



中国儿童语言障碍 研究报告



目 录

一、儿童语言障碍是神经发育障碍的普遍共病 构成了严重的社会经济挑战	1
二、基于新雨滴APP的真实世界数据分析	3
三、新雨滴干预方法对儿童语言能力的积极影响	17
四、语言发育的脑科学机制	22
五、倡导全社会共同努力，携手帮助障碍儿童康复	23
参考文献	25

一、儿童语言障碍是神经发育障碍的普遍共病，构成了严重的社会经济挑战

神经发育障碍是一组在儿童发育阶段起病的疾病，包括：孤独症（自闭症）谱系障碍（Autism Spectrum Disorder, ASD）、交流障碍（Developmental Language Disorder, DLD）、智力障碍（Intellectual Developmental Disorder, IDD）、注意缺陷多动障碍（Attention Deficit and Hyperactivity disorder, ADHD）、特殊学习障碍（Specific Learning Disorder, SLD）、发育性运动协调障碍（Developmental Dyskinesia, DD）等多个类别^[1]。语言和沟通缺陷是许多神经发育障碍儿童在发育早期所面临的常见发育问题或共病情况，表现为儿童在语言发展的早期阶段不能进行正常的语言习得和语言使用，且可能对儿童的个体发育、社交交流、学业水平和职业发展产生持续性的影响^{[2][3][4]}。

语言是人类必不可少的沟通交流工具，也是儿童发育过程中需要习得的核心能力。神经发育障碍儿童在母语习得过程中常常会发生语言理解、加工、整合、产出的水平低于同龄儿童的现象，如发音困难、发音不准确、词汇匮乏、话语过于简单、不愿意说话等等，即出现儿童语言障碍的现象。据统计，6%-8% 的学前儿童无法达到预期的语言发展目标^{[5][6][7][8]}。

以孤独症（自闭症）谱系障碍儿童为例，据美国精神医学学会发布的《精神疾病诊断与统计手册》第五版（DSM-V），孤独症（自闭症）谱系障碍儿童的两大核心症状为社交交流及社交互动障碍、兴趣狭窄及刻板重复的行为。学龄前孤独症儿童通常还伴随着语言障碍，且其语言发育上的迟缓是驱使家长带领患儿就医并最终确诊孤独症的首要原因^[1]。

美国疾病预防控制中心检测数据（CDC, 2022）

Surveillance Year	Birth Year	Number of ADDM Sites Reporting	Combined Prevalence per 1,000 Children (Range Across ADDM Sites)	This is about 1 in X children...
2010	2002	11	14.7 (5.7-21.9)	1 in 68
2012	2004	11	14.5 (8.2-24.6)	1 in 69
2014	2006	11	16.8 (13.1-29.3)	1 in 59
2016	2008	11	18.5 (18.0-19.1)	1 in 54
2018	2010	11	23.0 (16.5-38.9)	1 in 44

美国国家疾病控制和预防中心（CDC）多年对孤独症谱系障碍发生率的监控和统计显示，孤独症谱系障碍发生率逐年增长，美国孤独症发病率从 2000 年的 1/150 提高到了 2018 年的 1/44，即每 44 名儿童就有 1 名患有孤独症，发病率为 2.27%，发生率增长幅度超过了 56.8%。

在我国进行的规模较大的一份调查报告中，参与调查的儿童年龄 6-12 岁，样本数为 142086，有效样本数为 125806，其中筛查出 867 例孤独症谱系障碍患者，显示发病率为 0.70%（95% CI: 0.64%-0.74%），这一数据接近西方发达国家的统计数据，并且男孩的发病率明显高于女孩^[9]。2013 年发表在《Molecular Autism》期刊上的研究的调查显示在中国大陆孤独症谱系障碍发病率为 1.18%^[10]。也就是说，当前中国孤独症谱系障碍患者已超过 1400 万，其中 14 岁以下患者超过 200 万，每 68 名儿童就有 1 名，其中男孩患病率为 1/54。在孤独症谱系障碍发生率的调查中，发现男孩的发生率远远高于女孩，男孩孤独症谱系障碍的发生率是女孩的 3-4 倍^[11]。

美国孤独症（自闭症）谱系障碍人群每年的经济支出高达 3 万亿美金，Leigh et.al. 的研究报告预计在下个世纪，自闭症人群每年所需经济支出会占比美国 GDP 的 3-4%。美国一个孤独症（自闭症）谱系障碍孩子的终生康复费用达 240 多万美金^[12]。关于中国孤独症（自闭症）谱系障碍人士终生康复的研究目前还未见于文献，北京大学在 2021 年通过网络问卷采样了 3660 个分布于全国各城市的学龄前孤独症儿童家庭，平均每个家庭针对患儿的直接康复支出为 88 073.76 元/年。直接康复支出为低收入家庭年平均收入的 1.35 倍，占中等收入家庭年平均年收入的 0.68 倍，占高收入家庭年平均年收入的 0.41 倍^[13]。所以，孤独症儿童所需要的长期干预，对很多家庭来说是无法持续的。这使得一些本来有更好预期的儿童得不到有效康复治疗，最终发展成为重度障碍。给家庭和社会带来了沉重的负担，是值得社会广泛关注的公共健康问题及社会挑战。

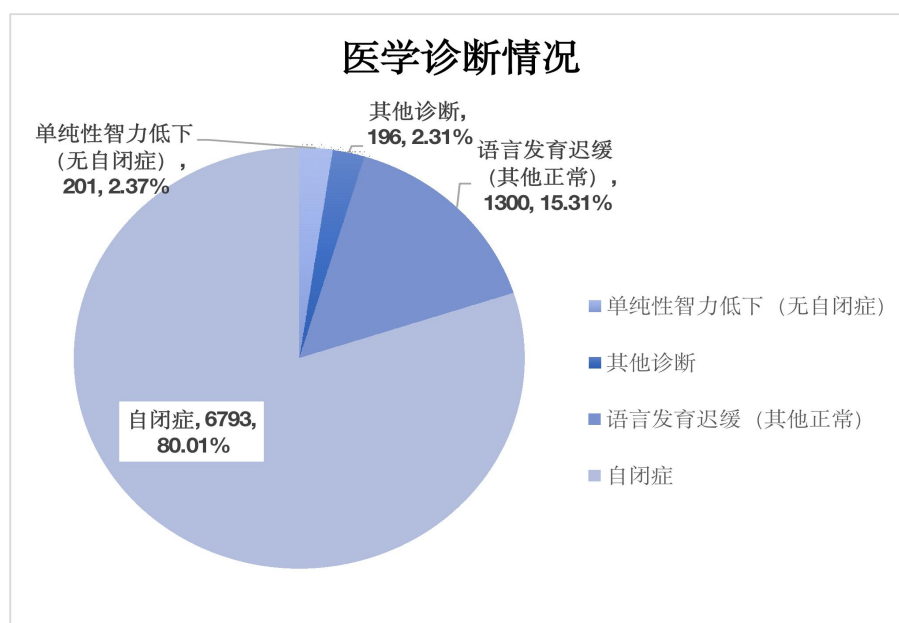
二、基于新雨滴 APP 的真实世界数据分析

语言既是社会化的产物，又是重要的社会化活动。学龄前孤独症（自闭症）谱系障碍儿童通常还伴随着语言障碍，且其语言发育上的迟缓是驱使家长带领患儿就医并最终确诊孤独症的首要原因^[1]。“语言障碍”被归入孤独症谱系障碍“社交障碍”这一核心问题领域，表明语言的功用和社会功能应作为语言障碍研究及干预的方向和重点。语言障碍干预不能仅仅停留在语音、语形、语义等方面，更应该从社会性和沟通角度出发，着重于语用能力的培养。因此，康复的一个重要目标就是语言沟通能力的提升。

优脑银河与联合国儿童基金会（UNICEF）共同支持研发的公益特教软件——新雨滴 APP。新雨滴 APP 初创团队以“激活语言本能，唤起社交天性”为目标，开发首款面向孤独症（自闭症）谱系障碍儿童的自主语言训练软件。

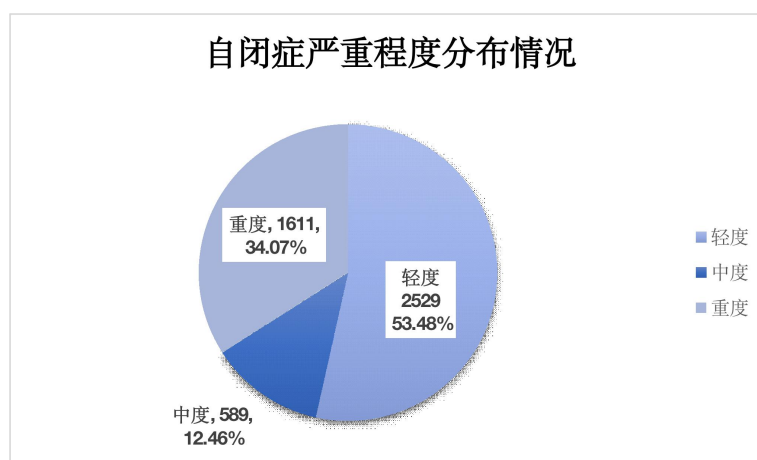
父母在使用新雨滴 APP 时，也会填写包括儿童的出生日期，性别，诊断类型和当前的干预办法等其他的人口学统计资料，目前收集到使用新雨滴进行语言训练的用户有 8645 名，我们根据家长所填写的信息进行了用户人口学数据统计分析。

图 1 新雨滴用户医学诊断情况



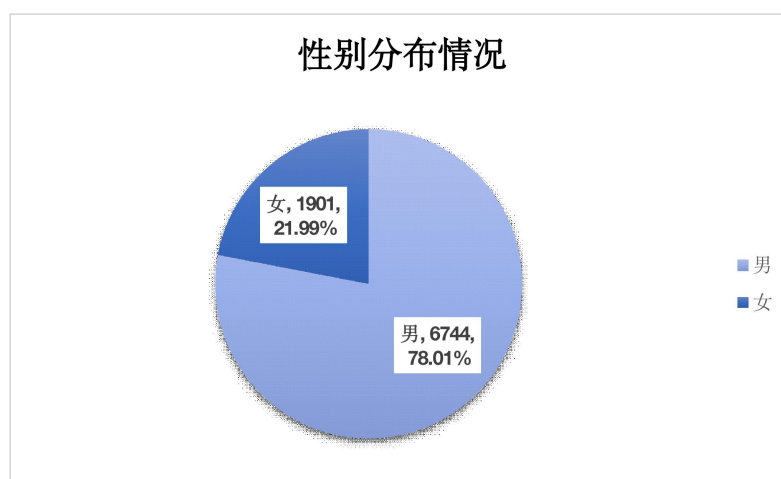
根据家长所填写的患儿的医学诊断进行统计，新雨滴用户中 80%（6793 名）被诊断为孤独症（自闭症）谱系障碍患者，15%被诊断为语言发育迟缓。

图 2 新雨滴自闭症用户症状严重程度分布情况



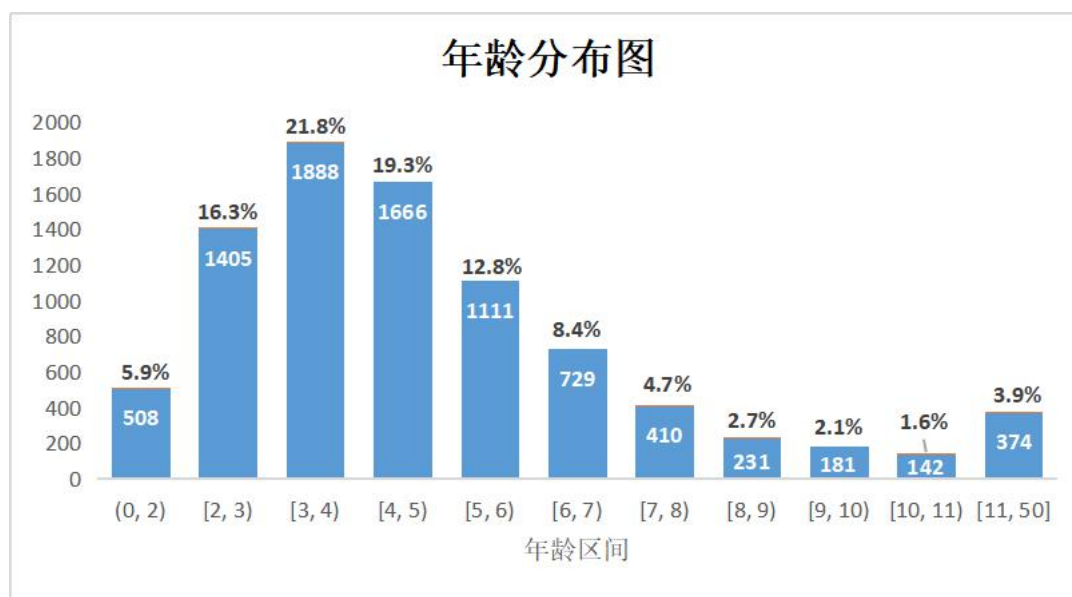
进一步对 4729 名填写了其孤独症(自闭症)谱系障碍诊断的严重程度的数据进行分类,显示使用患儿中轻度孤独症(自闭症)谱系障碍的用户占了半数以上,为 53.48%,与此同时,重度孤独症(自闭症)谱系障碍的用户也高达 34.07%,中度孤独症(自闭症)谱系障碍的用户为 12.46%;由此可见,中重度孤独症(自闭症)谱系障碍的用户亦接近 50%的占比,说明轻度、中度、重度孤独症(自闭症)谱系障碍患者都有在使用新雨滴进行语言干预。

图 3 新雨滴用户性别分布情况



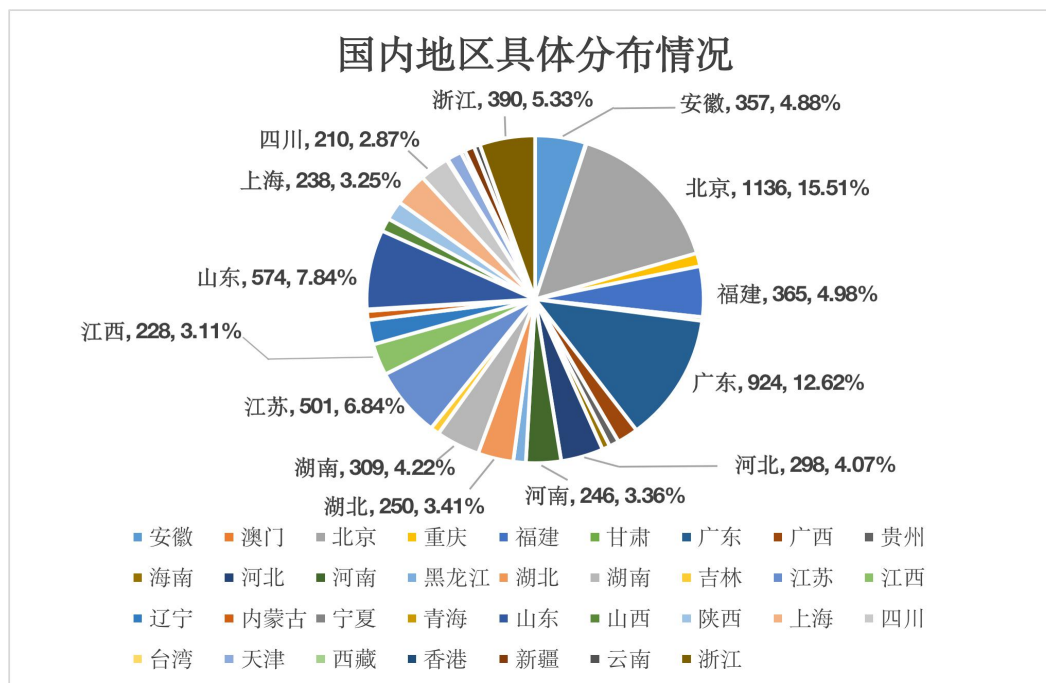
使用新雨滴进行语言训练的用户中,78%的用户是男性患儿,女性患儿使用者仅占约 1/5,由于 80%的用户被诊断为孤独症(自闭症)谱系障碍,基本符合前期对孤独症(自闭症)谱系障碍(ASD)儿童男女发病比例的研究结果^[1]。

图 4 新雨滴用户年龄分布图



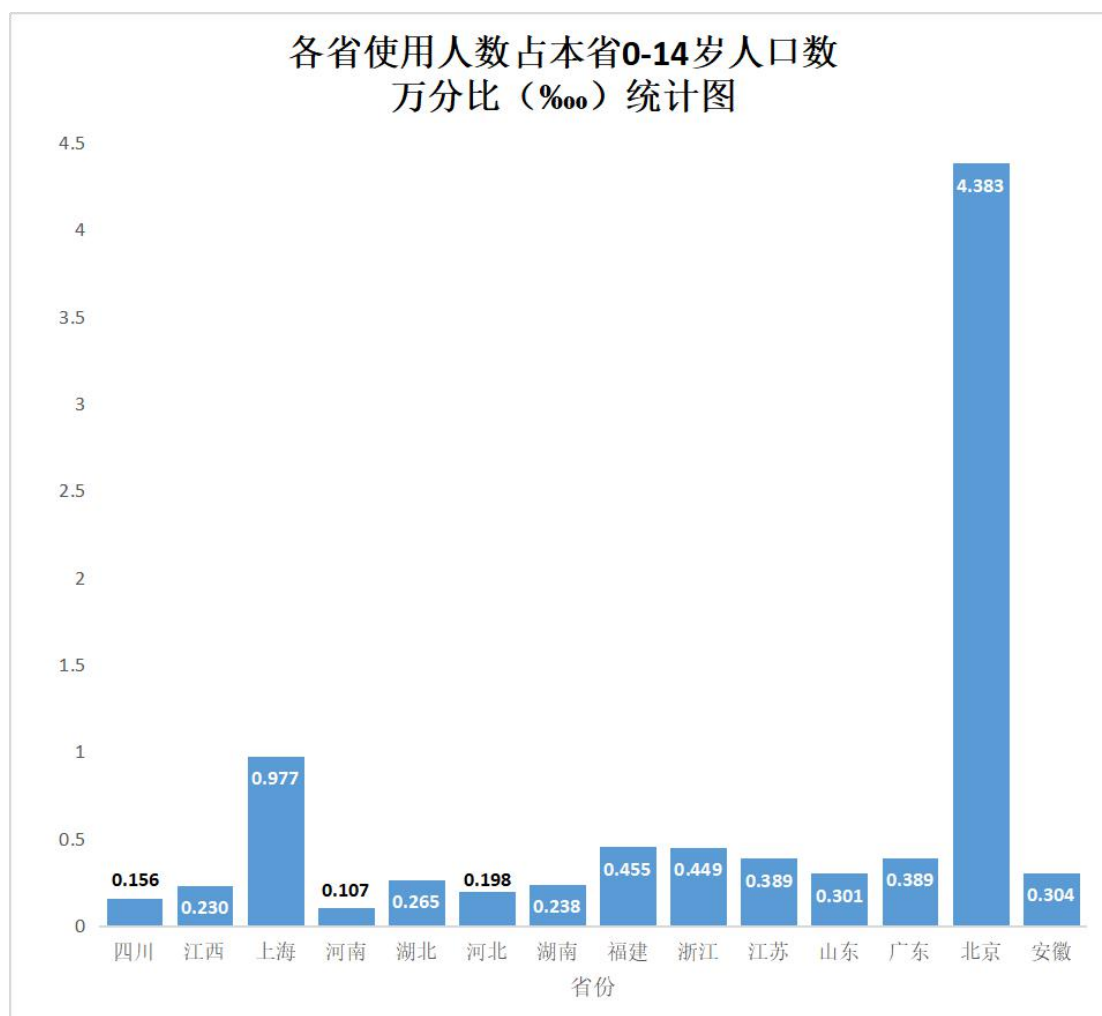
目前收集到的新雨滴用户数据都是在 2019-2021 年间创建，大多数是 2019 年创建的，占比 75.35%，即从 2019 年开始使用新雨滴 APP 进行语言干预训练；2020 年创建的用户占 15.38%，2021 年占 9.27%。数据显示，大约 86% 的用户年龄区间在 2-8 岁，2-6 岁的孤独症（自闭症）谱系障碍等语言障碍儿童居多，儿童在 4-5 岁语言发育困难比较明显，家长希望能够进行训练提升。但仍然有一部分大龄孤独症（自闭症）谱系障碍等语言障碍儿童在使用新雨滴进行语言干预。

图 5 新雨滴国内用户地区分布情况



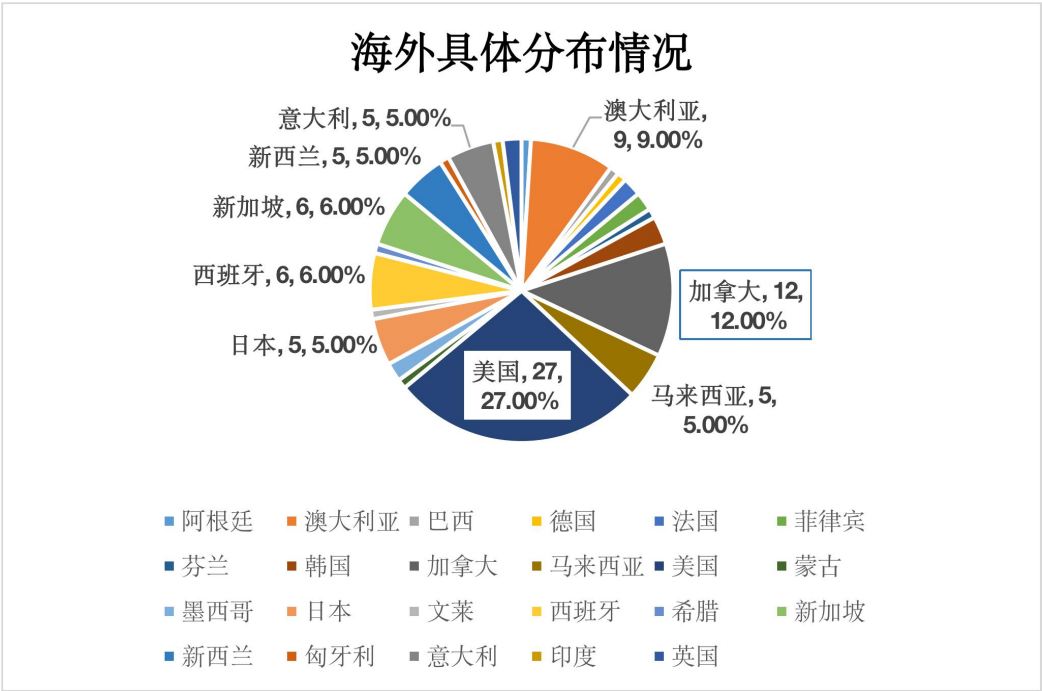
对患儿家庭的地域分布进行数据分析发现，98.65%的用户位于中国国内（含港澳台地区），用户家庭覆盖了全国所有的行政区划，其中北京、广东是用户数量占比最高，其次以山东、江苏、浙江、上海等地区用户占比较高（图中有具体数值的部分只保留了用户数占比约3%的省份），由此可看出一线城市等沿海发达地区对在家使用APP进行线上干预的方式接受度相对较高，经济发展较发达地区的家长对孤独症（自闭症）谱系障碍等语言障碍的知晓度、认知程度相对较高。

图 6 新雨滴各省份使用人数占本省 0-14 岁人口数统计图



因各省人口基数有所差别，为更细致地观察新雨滴用户的地区分布情况，选取新雨滴使用人数占总用户数最多的 14 个省份，观察使用人数占本省人口的比例。新雨滴主要用户群体集中在 0-14 岁，为落在的尽可能精确的人口区间，基数选取 0-14 岁的人口数进行计算（基于第七次全国人口普查数据，2020）。由上图可见，北京依旧是使用人数最多且占本省比例最高的行政规划；上海的使用人数虽不及北京、广东，在考虑人口基数后，上海用户数占本市 0-14 岁人口的比例位居第二。超一线城市对在家使用 APP 进行线上干预的方式接受度最高，沿海发达地区次之。

图 7 新雨滴海外用户地区分布情况



在海外使用新雨滴的患儿家庭覆盖 23 个国家，其中美国和加拿大的用户最多，图中可看到发达国家患儿家庭用户占比较高。

图 8 新雨滴用户父母亲文化程度分布情况

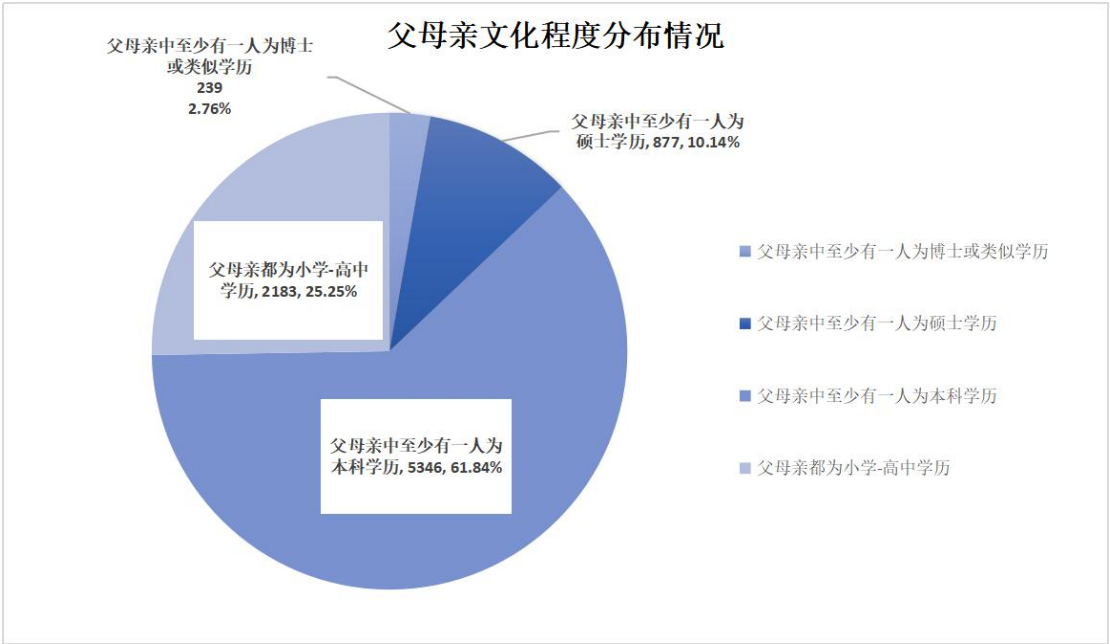
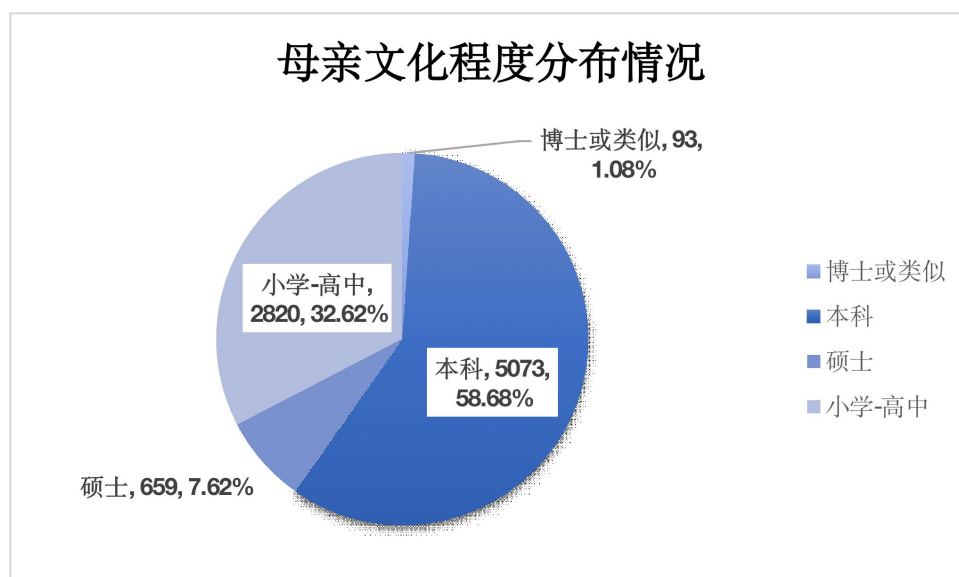


图 9 新雨滴用户母亲文化程度分布情况



对使用新雨滴进行语言干预训练的家庭的受教育程度进行数据分析发现,新雨滴用户的受教育程度普遍较高,近 75%患儿的父亲或母亲的学历为本科及以上,可推测受教育更高的家长更倾向于使用科技方式对儿童进行干预训练。相较于父亲,母亲通常是主要带养者,亦有近 70%的家庭的母亲受教育程度在本科及以上。

新雨滴 APP 提供了评估幼儿言语能力的汉语沟通发展量表 (Putonghua Communicative Development Inventory, PCDI) 和自闭症行为量表 (Autism Behavior Checklist, ABC), 从 2019 年 3 月 APP 发布到 2021 年 9 月 30 日,已经有超过 8000 名儿童使用新雨滴进行了语言训练,共收集到有效的 PCDI 测试结果 5774 份,根据儿童 ID 去重后得到 PCDI 测试报告 5550 份,ABC 测试报告 4002 份。本报告基于该数据进行分析,希望为孤独症谱系障碍儿童语言发展研究和干预策略提供参考。

《汉语沟通发展量表》(PCDI) 采用国际通用的父母评定量表的形式来测评儿童的早期语言发展水平。该量表由美国密西根大学心理学家 Twila Tardif 等^[14]编制,是在《MacArthur-Bates Communicative Development Inventory》^[15]这一国际权威的评估儿童早期语言与沟通发展的量表基础上,结合汉语语言特点和文化背景编制而成。Twila Tardif 等于 2008 年在北京市西城区和宣武区选择 636 名 8-16 个月龄发育正常婴儿和 1056 名 16-30 月龄发育正常幼儿为样本,进行信度效度检验,发现量表信度效度良好,并对 PCDI 进行了标准化研究,得出了彼时正常儿童发展水平的常模。在实践中,将被测儿童的测试结果与常模比

较,可得出被测儿童语言发展水平在同龄中的百分位值。对于语言发育障碍的儿童,也可以用量表中的中位值反算出儿童的实际语言年龄。同时,该量表的各国版本也被广泛用于评估不同类型神经发育障碍儿童的语言发展水平,以协助临床评估并检测干预治疗的效果[19][20][21]。

《汉语沟通发展量表》(PDCI)分为《汉语沟通发展量表(词汇与手势)》和《汉语沟通发展量表(词汇和句子量表)》两个版本。《汉语沟通发展量表(词汇与手势)》又称婴儿量表,适合8-16个月龄正常儿童,以及尚未发展出构音或言语沟通的儿童;《汉语沟通发展量表(词汇和句子量表)》又称幼儿量表,适合16-30个月龄,以及已经发展出一定言语沟通能力的儿童。

新雨滴APP采用的是《汉语沟通发展量表(词汇和句子量表)》,即幼儿量表。量表包括词汇和句子复杂性两大部分,完整的词汇量表包括799个幼儿常用词汇,完整的句子复杂性包括了4个分项共36个问题和三个孩子能说出的**最长**的句子。完成PCDI完整量表需要花费家长1小时左右时间。考虑到完成时间的挑战,参照PCDI短表的设计,新雨滴团队也设计了一个仅包括120个词汇和完整句子复杂性问题的短表,供家长选择使用。

《汉语沟通发展量表(词汇和句子量表)》第一部分为“词汇表”,要求父母或其他照看者确认儿童是“会说”或是“不会说”其中的各个词汇。

第二部分为“从词汇到句子”,共有四项内容:

- A. “儿童怎样使用词汇”要求家长评估儿童是否具有谈论非当前语境中人事物的语用沟通能力,包括儿童是否会谈论过去、将来和不在眼前的物品与人,包括“不在眼前的物品(寻找)”、“表达所有物”、“不在眼前的物品(谈论)”、“表达过去”、“表达将来”5项内容。
- B. “句子与语句”更具体的考察儿童对于连动结构(例:“出去”、“走上去”)、结构助词“的”、量词(例:“个”)、体标记“了”或“过”的语法表达水平。
- C. “组词”考察孩子是否开始组合词语(例:“吃饼干”)。如果儿童已经会将词语组合成句子,则要求家长列出最近听儿童说过的三个最长的句子,以考察儿童的“平均句长”水平。
- D. “句子复杂性”调查儿童对语法难度逐渐增加的短语和句子的掌握情况,要求家长从每条目中几个难度越来越大的例句中,选出跟孩子现在讲话最接近的句子。

表 1 新雨滴 PCDI 长表和短表的题目构成

组成部分 词汇/句法类别	新雨滴 PCDI 量表题目数量	
	长表	短表
词汇部分	题目数	题目数
总计	799	120
w1 人名	32	3
w2 动词	194	48
w3 吃和喝的	69	24
w4 身体的部分	27	4
w5 动物（真的或玩具的均可）	49	7
w6 形容词和副词	66	24
w7 玩具和娱乐用品	18	2
w8 衣服	28	5
w9 外面的东西	32	2
w10 车（真的或玩具的均可）	14	1
w11 象声和感叹词	12	
w12 游戏和常做的事	28	
w13 家里的小东西	56	
w14 家具、屋子	29	
w15 外面的地方	17	
w16 方向词	21	
w17 数量词	9	
w18 代词	24	
w19 量词	20	
w20 疑问词	12	
w21 句尾虚词	6	
w22 时间词	15	
w23 助词	12	
w24 连词	9	
句子部分	题目数	
总计	40	
2A 过去、将来以及不在眼前的物品和人	5	
2B 使用语法词素	4	
2C 是否会组词	1	
2D 句子复杂性得分	27	
MLU 说出最长句子的平均长度	3	

备注：本报告所指 MLU(Mean Length of Utterance)为说出最长句子的平均长度。

与此同时，新雨滴 APP 还内置了《自闭症儿童行为量表》（Autism Behavior Checklist, ABC 量表）。自闭症儿童行为量表（ABC 量表）是目前国内应用最广泛的孤独症评估量表之一。ABC 量表（Autism Behavior Checklist）由 Krug 于 1980 年编制发表^[22]，是目前国内应用最广泛的自闭症评估量表之一。表中列出 57 项自闭症儿童的行为特征，包括感觉（Sensory）、交往（Relating）、躯体和物体使用（Body and object use）、语言（Language）、

社会生活自理 (Social and self-help) 五个方面, 用于 2-14 岁儿童, 由家长或老师评分, 总分 158 分。北京医科大学杨晓玲等于 1993 年进行了在中国应用的统计检验, 认为这个量表具有可靠性, 建议筛查界限分为 31 分, 诊断分为 61 分^[23]。

新雨滴 APP 收集了 5550 份《汉语沟通发展量表 (词汇和句子量表)》(PCDI), 所有儿童均完成了完整的 PCDI 句子部分测试, 所以可以用句子复杂性部分的得分为基数, 根据常模表的 50%分位推算儿童在语言沟通能力上的实际月龄。

表 2 PCDI 测试报告描述性统计汇总

人口数据 I		数量	百分比(%)		
人数总计		5550			
性别					
男		4449	80.2		
女		1101	19.8		
医学诊断类型 ¹					
自闭症		4435	79.9		
语言发展迟缓（非自闭症）		775	14		
智力障碍（非自闭症）		130	2.3		
其他诊断		149	2.7		
干预办法					
ABA		4021	72.5		
其他训练疗法		303	5.5		
无干预训练		1226	22.1		
人口数据 II					
人数总计		5550			
月龄		中位数	平均数	标准差	
生理月龄 ²		51.88	60.09	35.88	
语言月龄 ³		24.40	23.49	3.53	
量表数据		中位数	平均数	标准差	测试人数
PCDI 2A 过去、将来以及不在眼前的物品和人		4.00	4.36	3.22	5550
PCDI 2B 使用语法词素		3.00	3.24	2.88	
PCDI 2C 是否会组词		1.00	1.13	0.85	
PCDI 2D 句子复杂性得分		30.50	31.86	28.31	
PCDI MLU 说出最长句子的平均长度		3.00	3.19	3.34	4002
ABC 总分 ⁴		83.00	83.17	33.98	

备注: ¹ 医学诊断类型数据中有 61 个数据缺失, 因此百分比累计未到 100%; ² 生理月龄以各用户完成测试的时间为节点计算; ³ 语言月龄根据 PCDI 句子复杂性常模推算; ⁴ 在中国, ABC 问卷筛查界限分为 31 分, 诊断分为 61 分 (杨晓玲等, 1993)。

根据 5550 个 PCDI 测试样本的汇总数据显示, 儿童的月龄均值为 60 个月, 而语言能力的实际月龄仅为 23.5 个月, 从总体上来看落后 36.5 个月。表明孤独症 (自闭症) 谱系障碍和其他发育障碍的儿童在语言沟通能力方面与正常发育儿童相比存在显著的落后。

数据分析发现被试儿童的月龄跨度较大, 最大为 564 个月 (47 岁), 最小不足 12 个月。

生理月龄中位数 51 个月，均值为 60 个月，标准差 36 个月，是一个左偏的分布，表明主要参与测试儿童在幼儿阶段。

分析发现学龄前儿童（16 个月龄到 72 个月龄）有 4088 例，占总样本数的 73.7%。以此样本作为主要研究对象，可以将年龄的差异控制在较小范围。并且学龄前儿童的语言发展最为快速，这个阶段干预的效果也最为明显，具有研究价值。

表 3 存在语言障碍的学龄前儿童（16m-72m）PCDI 测试报告汇总

人口数据 I		数量	百分比(%)		
人数总计		4088			
性别					
男		3274	80.1		
女		814	19.2		
医学诊断类型 ¹					
自闭症		3202	78.3		
语言发展迟缓（非自闭症）		654	16		
智力障碍（非自闭症）		66	1.6		
其他诊断		116	2.8		
干预办法					
ABA		2954	72.3		
其他训练疗法		224	5.5		
无干预训练		910	22.3		
人口数据 II					
人数总计		4088			
月龄		中位数	平均数	标准差	
生理月龄 ²		46.00	46.00	13.15	
语言月龄 ³		23.70	22.96	3.51	
量表数据		中位数	平均数	标准差	测试人数
PCDI 2A 过去、将来以及不在眼前的物品和人 ⁴		3.00	3.91	3.12	4088
PCDI 2B 使用语法词素 ⁴		2.00	2.81	2.79	
PCDI 2C 是否会组词 ⁴		1.00	1.03	0.87	
PCDI 2D 句子复杂性得分 ⁵		21.00	27.45	27.47	
PCDI MLU 说出最长句子的平均长度 ⁶		2.33	2.86	3.16	2961
ABC 总分 ⁷		81.00	81.16	33.31	

备注：¹医学诊断类型数据中有 50 个数据缺失，因此百分比累计未到 100%；²生理月龄以各用户完成测试的时间为节点计算；³语言月龄根据 PCDI 句子复杂性常模推算；⁴2A、2B、2C 的满分分别是 10、8、2，97% 的 30 个月龄的正常发展儿童可得对应的满分；⁵2D 满分为 81；⁶正常发展儿童（4-5 岁）的 MLU 可达到 11（周兢等，2009）；⁷在中国，ABC 问卷筛查界限分为 31 分，诊断分为 61 分（杨晓玲等，1993）。

数据显示，学龄前儿童平均年龄为 46 个月，根据句子复杂性查常模表得出的言语能力月龄约为 23 个月，显示学龄前语言发展障碍儿童与正常儿童相比，在语言沟通能力上存在平均 23 个月的显著落后。2A、2B、2C 的满分分别是 10、8、2，97% 的 30 个月龄的正常发展儿童可得对应的满分，根据周兢等在 2009 年的研究，4-5 岁正常发展儿童的 MLU 最长可

达 11^[23]。经统计检验，学龄前语言发展障碍儿童与正常儿童相比，在这些分项表现上均存在显著落后 ($p < .01$)。2D 满分为 81，该样本 2D 均值为 27，若与常模表对比，此生理年龄为 46 个月的样本未能达到正常发展 30 个月儿童的 10%分位数。因此，根据学龄前 4088 例样本的 PCDI“从词汇到句子”部分数据进行分析得出：与正常儿童的得分相比，语言发育障碍儿童在“空间，时间，所有物，组词造句”等各方面的均显著落后。

表 4 存在语言障碍的学龄前儿童的生理月龄和 ABC 量表得分对 PCDI 量表句子分项的影响

因变量 自变量	<i>B</i> (<i>SE B</i>)	β	<i>t</i>	<i>p</i> ¹
2A 过去、将来以及不在眼前的物品和人²				
截距	2.44(0.22)		10.9	<.001***
生理月龄	0.09(0.00)	0.364	22.847	<.001***
ABC 量表得分	-0.03(0.00)	-0.328	-20.562	<.001***
2B 使用语法词素³				
截距	0.75(0.20)		3.831	<.001***
生理月龄	0.09(0.00)	0.421	26.951	<.001***
ABC 量表得分	-0.03(0.00)	-0.3	-19.229	<.001***
2C 是否会组词⁴				
截距	0.32(0.06)		5.063	<.001***
生理月龄	0.03(0.00)	0.404	24.97	<.001***
ABC 量表得分	-0.01(0.00)	-0.237	-14.652	<.001***
2D 句子复杂性得分⁵				
截距	1.72(1.89)		0.909	0.363
生理月龄	1.00(0.03)	0.471	31.03	<.001***
ABC 量表得分	-0.24(0.01)	-0.29	-19.078	<.001***
MLU 说出最长句子的平均长度⁶				
截距	-0.09(0.23)		-0.39	0.697
生理月龄	0.10(0.00)	0.415	25.589	<.001***
ABC 量表得分	-0.02(0.00)	-0.204	-12.591	<.001***

备注: ¹ 有显著影响的结果已用加粗显示。 ² R Square = 0.25; Adjusted R Square = 0.25; 统计模型整体显著($p < .001$)。 ³ R Square = 0.28; Adjusted R Square = 0.28; 统计模型整体显著($p < .001$)。 ⁴ R Square = 0.23; Adjusted R Square = 0.23; 统计模型整体显著($p < .001$)。 ⁵ R Square = 0.32; Adjusted R Square = 0.32; 统计模型整体显著($p < .001$)。 ⁶ R Square = 0.22; Adjusted R Square = 0.22; 统计模型整体显著($p < .001$)。

为了解生理月龄、ABC 量表得分和 PCDI 量表表现之间关系，建立了五个数据模型分析儿童生理月龄、ABC 得分对 PCDI 2A、2B、2C、2D、MLU 的解释性。结果显示，对于所有的 PCDI 句法能力测量分项，生理月龄和 ABC 得分都能够起到一定的解释作用（所有 $p < .001$ ）。生理月龄越大，PCDI 句法分项能力越高；ABC 得分越低，PCDI 句法分项能力越高。在一定程度上可以说明，即使儿童存在语言障碍，随着年龄增加语言能力也会相应有

所发展，尽管发展曲线落后于正常发展儿童；另一方面，若自闭症行为症状越突出，其语言发展水平也更低。

表 5 学龄前 ASD 儿童与 DD 儿童 PCDI 句子分项得分对比

PCDI 量表测试类别（句子）	ASD （人数=3202）		DD （人数=836）		p ¹
	平均值	标准差	平均值	标准差	
2A 过去、将来以及不在眼前的物品和人	3.68	3.09	4.58	3.06	< .001***
2A1 不在眼前的物品和人（寻找）	1.08	0.75	1.36	0.70	< .001***
2A2 不在眼前的物品和人（谈论）	0.78	0.83	1.08	0.87	< .001***
2A3 谈论所有物	0.85	0.81	0.97	0.82	< .001***
2A4 谈论过去	0.57	0.73	0.70	0.77	< .001***
2A5 谈论将来	0.40	0.65	0.47	0.69	< .001***
2B 使用语法词素	2.72	2.75	3.00	2.85	< .001***
2B1 连动结构	0.91	0.85	0.93	0.85	< .05*
2B2 所有（的）	0.68	0.80	0.82	0.86	< .001***
2B3 量词	0.63	0.78	0.65	0.80	< .05*
2B4 过去（了/过）	0.50	0.72	0.61	0.79	< .001***
2C 是否会组词	1.02	0.87	1.05	0.86	< .01**
2D 句子复杂度	26.96	27.27	28.07	27.74	< .01**
MLU 说出最长句子的平均长度	2.89	3.18	2.69	3.04	> .5

备注：因有 50 例样本并未填写医学诊断，因此本对照的总人数为 4038。¹ 经检验，ASD 和 DD 在月龄、性别上有显著差异($p < .001$)，其中，ASD 平均月龄较 DD 大两个月；且月龄普遍对各项量表得分有影响($p < .001$)；因此以上显著性检验结果均为控制年龄、性别后的结果。有显著差别的结果以及均值较高的组已用加粗显示。

进一步将语言发育障碍儿童分为“孤独症谱系障碍儿童（ASD）”和“非孤独症谱系障碍的其他发育障碍儿童（DD，包含由语言发育迟缓以及智力障碍导致的语言发育障碍儿童等）”两类被试进行数据分析，结果显示，孤独症谱系障碍儿童（ASD）和其他发育障碍儿童（DD）在语法(句法)维度的发育发展方面具有一些显著差异性（见表 5），ASD 相较于 DD，除了说出最长句子的平均长度 MLU 外，在其它分项中都显著低于 DD。

表 6 学龄前 ASD 儿童与 DD 儿童 PCDI 词汇分项得分对比

PCDI 量表测试类别 (词汇)	ASD (人数=566)		DD (人数=154)		p^1
	平均值	标准差	平均值	标准差	
W1 人名	20.14	11.06	19.25	11.02	> .7
W2 动词	92.89	70.71	89.12	73.40	> .9
W3 吃的喝的	42.37	26.51	39.90	27.29	> .6
W4 身体的部分	16.39	10.66	15.44	10.80	> .6
W5 动物 (真的或玩具的均可)	30.26	18.83	27.88	19.25	> .3
W6 形容词和副词	30.36	24.42	29.29	25.61	> .9
W7 玩具和娱乐用品	10.27	7.17	9.54	7.49	> .5
W8 衣服	13.38	10.38	12.71	10.83	> .8
W9 外面的东西	17.83	12.77	16.37	13.21	> .4
W10 车 (真的或玩具的均可)	8.36	5.61	7.58	5.59	> .2
W11 象声和感叹词	7.14	4.22	7.62	4.01	=.086
W12 游戏和常做的事	16.08	10.30	15.78	10.56	> .7
W13 家里的小东西	31.21	22.00	28.77	22.81	> .4
W14 家具、屋子	15.58	11.74	14.12	12.10	> .3
W15 外面的地方	7.96	6.66	7.47	7.10	> .7
W16 方向词	7.46	7.57	7.47	7.84	> .5
W17 数量词	3.73	2.87	3.74	2.77	> .6
W18 代词	7.00	7.83	7.18	8.31	> .4
W19 量词	5.87	7.25	5.62	7.27	> .9
W20 疑问词 ²	3.62	4.48	3.66	4.57	> .5
W21 句尾虚词	1.97	2.23	2.32	2.27	=.034*
W22 时间词	3.74	5.01	3.76	5.21	> .5
W23 助词	3.37	4.03	3.75	4.26	=.107
W24 连词	1.98	2.88	1.84	2.85	> .9

备注: ¹ 经检验, ASD 和 DD 在月龄、性别上无显著差异($p > .1$); 月龄普遍对各项量表得分有影响($p < .001$), 而性别差异对绝大部分得分无影响($p > .1$); 因此以上显著性检验结果大多是控制年龄后的结果。有显著差别的结果以及均值较高的组已用加粗显示, 接近显著的结果已用加粗和斜体显示。² 此项性别差异能影响得分, 显著性检验结果为平衡月龄、性别后的结果。

与此同时, 新雨滴 APP 收集了 720 名学龄前儿童家长完成的 PCDI 长表数据, 其中 ASD 儿童 566 名, DD 儿童 154 名, ASD 儿童与 DD 儿童在总的词汇量上和大部分词汇分项均没有显著性差异, 但在句尾虚词分项上 ASD 儿童比 DD 儿童有弱显著性的落后, ASD 组儿童相较于 DD 组儿童, 较少的使用“过去、将来以及不在眼前的事物”的语言表达。因 PCDI 主要考察接受性语言的能力, 而非表达性语言的能力, 所以此分析存在有待改进的方面。

为了进一步验证上述结论的稳定性, 针对小学阶段 ASD 儿童与 DD 儿童做对应的词汇分析, 结果显示词汇水平分别为 ASD 儿童 (586 ± 243), DD 儿童 (543 ± 293), 词汇水

平无显著差异，与学龄前儿童的词汇水平比较结果一致。

新雨滴 APP 收集的数据结果与 2020 年苏怡等发表在《中国临床心理学杂志》的对孤独症儿童（ASD）、发育迟缓儿童（DD）和语言障碍儿童（LD）早期语言表达异同研究结果具有一致性^[2]，苏怡等的研究结果发现 ASD、DD、LD 组在“词汇表达”分项没有显著性差异，但在“句子与语句”分项的结果，ASD 组比 LD 组显著较少使用“了”或者“过”；在“语用沟通表达”分项的结果 ASD 组相较于 DD 组合 LD 组，均显著少用语言表达“过去”。Boucher^[24]前期的研究指出孤独症儿童存在着“时间概念处理”的失衡，即在孤独症儿童生理机制中分析表征事件结构中时间成分的生理部分可能存在受损现象。而体标记与时间概念密切相关，体标记“了”、“过”与时间意义存在着一种关联标记意义下的联系^[25]，这可能导致孤独症儿童在表述过去时不能正常产出“了”与“过”。

三、新雨滴干预方法对儿童语言能力的积极影响

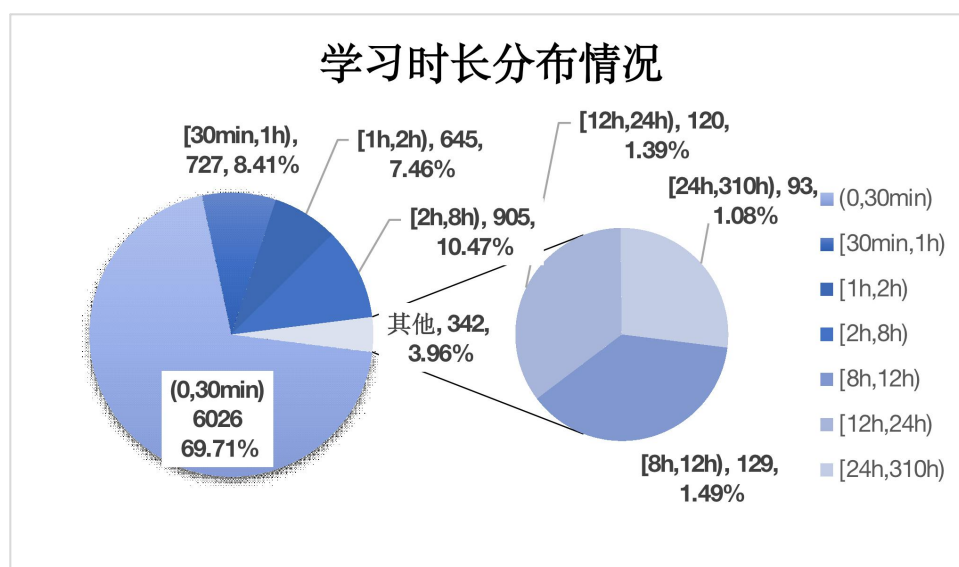
虽然自闭症儿童具有很大的异质性，但从整体上来看都存在着不同程度的语言发展的困难。具体异常表现在以下四个方面：（1）浅显的词汇深度和狭窄的词汇类型；（2）语法长度短，复杂性低；（3）语音韵律失调；（4）语用问题突出^[26]。所以特别需要在早期语言发展关键期予以关注和辅导。通过新雨滴收集的 5550 份 PCDI 数据显示儿童的生理月龄均值为 60 个月，而语言能力的实际月龄仅为 23.5 个月，从总体上来看落后 36.5 个月。分析学龄前儿童的数据显示，学龄前儿童平均生理年龄为 46 个月，但在语言沟通能力上存在平均 23 个月的显著落后。数据结果显示即使高功能自闭症儿童也在词汇深度与广度上均存在障碍。与周兢等对一组自闭症儿童的学龄前汉语儿童语言发展评价与监测的研究结果保持一致^[27]。

从数据可以看出，语言障碍儿童在综合性语句维度的发展具有显著落后。研究显示关键反应训练能够提高孤独症儿童的语言沟通能力、功能性发音，甚至认知功能^{[28][29]}。根据 Dr. Koegel 的实践研究，如果能够在 3 岁之前以关键行为训练 PRT 的模式实施语言康复，95% 的儿童最后可以习得口语。由于语言治疗需要专业语言治疗师大量的培训，但机构能够提供的时间有限，花费也较高，很多家长也希望能够能够在家庭中给儿童提供训练。

关键反应训练（PRT, Pivotal Response Training）是由 Drs. Robert 和 Lynn Koegel 建立的针对自闭症人群，有实证依据的综合自然行为干预方法。PRT 建立在应用行为分析（ABA）之上，融合了更高一层的动机策略。新雨滴 APP 的训练程序参考了 PRT 原理，以多数儿童

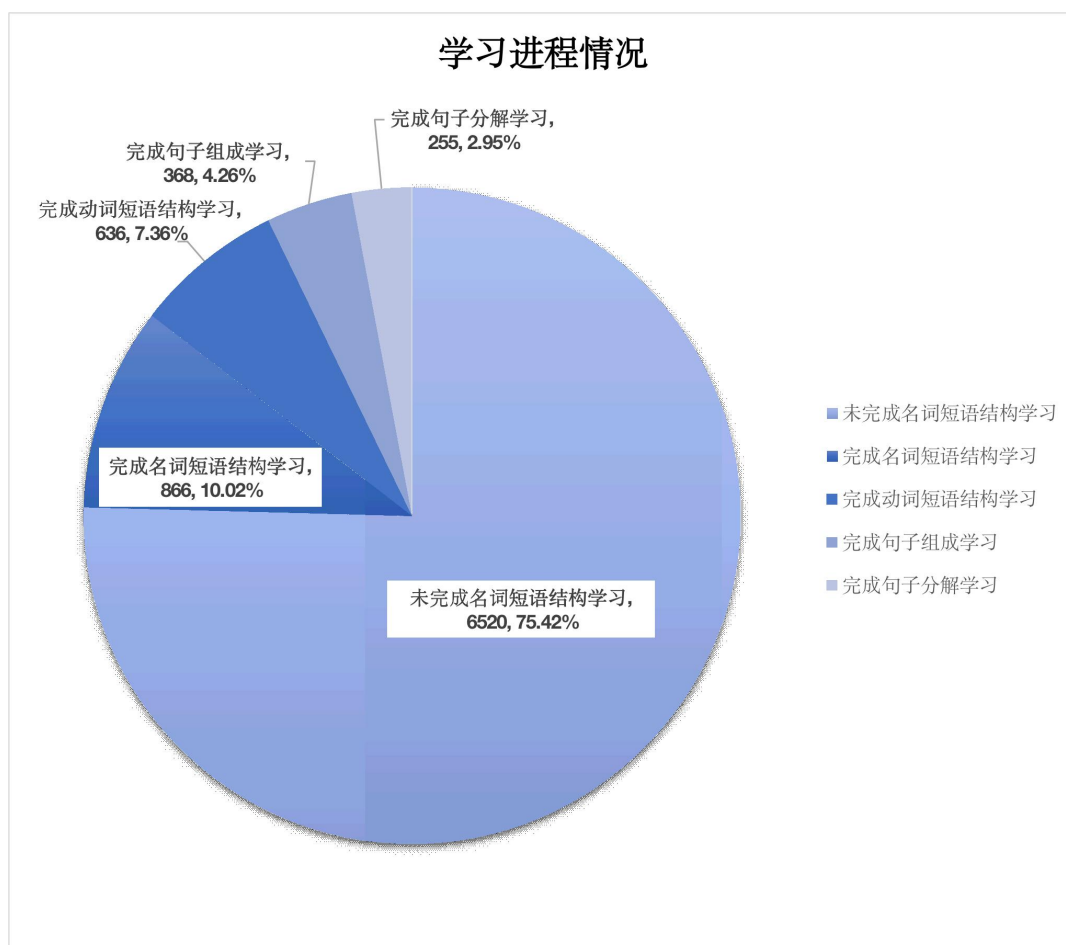
都具有的对智能手机的兴趣为动机，采用鼓励和音乐作为自然强化物，通过游戏和动画形式帮助儿童习得基础的语言结构。大量的研究和实践教学发现，视觉学习是大部分自闭症儿童的优势学习通道，且颜色提示能够在语言理解和语言学习中提供有效的辅助；也有研究表明自闭症谱系障碍的儿童可以在多感官的教学策略中受益，新雨滴 APP 既运用颜色视觉提示，又融合了多感官教学，以实现对儿童语言发展的有效刺激，同时对儿童感知觉的发展带来帮助。新雨滴 APP 的训练目标是提升语言障碍儿童使用字、词构建短语和句子的能力。相当于帮助自闭症儿童以正常儿童的分析性（Analytic）策略去学习构建出一个完整的句子，实现表达和沟通能力的提升。该训练目标参考了现代心理语言学中的记忆整合控制理论（MUC）。作为 MUC 理论的创建者，马克斯·普朗克心理语言研究所所长 Peter Hagoort 表示：“用词汇单元构建新的复杂意义的过程称为整合。”

图 10 新雨滴用户学习时长分布情况



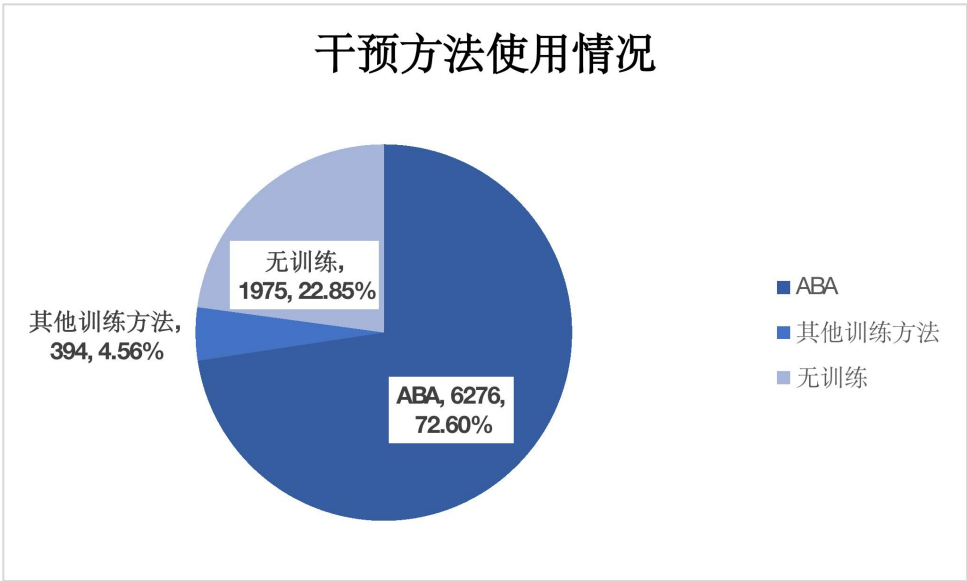
目前总共有 8645 名孤独症（自闭症）谱系障碍等语言障碍儿童使用新雨滴 APP 进行语言干预训练，数据显示儿童的平均训练时长为 84.6 分钟，最长使用新雨滴进行语言干预训练儿童的训练时长长达 18437.5 分钟。近 70% 的儿童使用新雨滴进行语言学习的时长不到 30 分钟，也希望更多儿童和家长能坚持在家进行语言干预训练方式，以提升儿童的语言能力。

图 11 新雨滴用户学习进程情况



对儿童使用新雨滴进行语言干预学习进程的数据分析来看, 2.95%的儿童完成了“句子分解学习”, 超 7%的儿童完成了“句子组成学习”, 近 15%的儿童完成了“动词短语结构学习”, 近 25%的儿童完成了“名词短语结构学习”, 表明约 25%的孤独症(自闭症)谱系障碍等语言障碍儿童有在坚持使用新雨滴进行语言干预训练。

图 12 新雨滴用户干预方法使用情况



根据患儿家长填写的儿童所接受的干预训练情况数据显示，近 80%使用新雨滴的用户会对小孩进行干预训练；超 70%的用户使用了 ABA 训练方法。说明大部分家长认为，线上辅助产品是能够与系统干预训练并行的。

表 7 实验组与对照组训练数据和 MLU 对比

	实验组 (人数=91)		对照组 (人数=39)	
	平均值	标准差	平均值	标准差
前测月龄	67.3	35.8	50.6	25.8
测量间隔天数	117	134	148	114
MLU 前测	4.47	2.99	2.39	2.12
MLU 后测	5.00	3.19	2.58	2.33
句子长度变化	0.53	2.76	0.19	2.80
训练回合数	1120	1053	181	264
训练时长（分钟）	282	277	49	69
通关级别	3.19	1.14	0.00	0.00

新雨滴的训练目标是提升语言障碍儿童组词成句的能力。因此说出最长句子的平均长度

MLU 是对这个训练目标较为恰当的度量。新雨滴 APP 会推荐家长在训练一定时间后再次为儿童做评测，以观测使用 APP 一段时间之后的言语能力变化。因此，采集到的 PCIDI 数据中有一部分儿童有多次的测量结果，形成自然的前后测。本研究共获得有效前后测数据 130 例。按照训练参与程度将样本分为实验组和对照组，实验组参加训练的平均时长为 282 分钟（相当于 10 次线下个训课），训练的平均回合数为 1120 个，而对照组的平均训练时间为 49 分钟（相当于 1.5 次线下个训课），训练的平均回合数为 181 个，参与训练的程度有差异显著（见表 7）。两组儿童在说出最长句子的平均长度 MLU 的平均值在测量期间都有增长，实验组在平均 117 天的测量间隔后，长度增加了 0.53 个词，而对照组在 148 天的间隔后，句子长度平均值增加了 0.19 个词，**实验组的改变是对照组的 2.8 倍**。尽管可以看出新雨滴的干预训练对语言障碍儿童的组词成句的能力有明显的提升，但因为无法控制年龄，前测等条件，暂时无法得到统计学意义的 MLU 增加值差异显著的结论。

表 8 前测月龄、MLU 前测、组别（是否长期使用新雨滴进行语言训练）
对句子长度变化（ Δ MLU）的影响

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
截距	0.774	0.535	1.447	.150
前测月龄	-0.010	0.007	1.499	.136
MLU 前测	-0.464	0.083	-5.586	<.001***
组别	1.136	0.512	2.219	.028*

备注：R Square = 0.20; Adjusted R Square = 0.18。若 p 有*，代表该项数据对句子长度变化会有影响。

采用线性回归方法，将新雨滴训练前的句子长度 MLU 前测数据和生理月龄也作为一个自变量，将是否坚持使用新雨滴 APP 训练作为二分类组别自变量，将句子长度的增加值 Δ MLU 作为因变量，线性回归结果显示组别的 $p=0.028$ ，证明坚持使用新雨滴训练一段时间（282 分钟，1120 回合，相当于 10 堂线下个训课的时间），可以显著提升语言障碍儿童言语的复杂性。

由于数据采集来自新雨滴 APP 的真实世界数据，且孤独症谱系障碍 ASD 儿童的异质性非常大，数据分析的因素控制难度较大，后续的数据分析和研究需要进一步控制变量以得到更加客观的数据分析结果和结论推导。

四、语言发育的脑科学机制

著名儿童心理学家皮亚杰认为，语言源于智力并随认知结构的发展而发展。“认知起因于主客体之间的相互作用”。语言获得依靠儿童与周围环境的沟通，语言同时又成为儿童与社会沟通的工具。

随着近年来脑科学的发展，科研工作者也在致力于研究语言的脑功能机制，一些关于语言发展的脑科学研究发现语言的脑功能环路与儿童语言的发展水平有着密切的相关关系。科学工作者研究婴幼儿在语言理解处理中的发现两个相对具有独立性的语言功能环路——后颞语言功能连接环路与前颞语言功能连接环路，并且在婴幼儿时期对家长的日常语音交互的信息处理中在这两个语言环路的功能连接有差异，后颞语言环路的脑功能连接相对较低^[30]。并且有研究发现语言的脑功能机制不仅与执行控制的脑功能相关，也与对外部刺激的感知功能相关^[31]。这些研究结果为人类进一步理解语言的脑科学机制提供了新的理解方向，与此同时，这些研究都表明儿童语言的发展与个体的脑功能网络息息相关。

而孤独症谱系障碍儿童的社交能力缺陷是其核心症状之一，其中包括语言障碍。而脑科学研究显示孤独症谱系障碍儿童的脑功能存在异常的脑功能连接^[32]，包括语言网络的脑功能异常^[33]^[32]^[33]，这些脑功能网络连接的异常与孤独症谱系障碍的语言障碍、社交缺陷存在相关关系^[34]。研究显示孤独症谱系障碍儿童语言网络的左侧偏侧化和默认网络的偏侧化显著低于正常儿童，并且研究发现韦尼克氏区（Wernicke area）与后扣带回（PCC）功能连接的强度与孤独症谱系障碍的严重程度呈负相关^[35]。另有研究发现具有语言障碍的孤独症谱系障碍儿童右侧小脑与语言网络的功能连接显著低于正常儿童，并且布洛卡区（Broca's area）与背外侧前额叶（dlPFC）的脑功能连接减弱^[36]。并且研究发现孤独症谱系障碍儿童对句子理解和图片想象功能环路之间的脑功能连接低于正常儿童^[37]。这些研究都表明孤独症谱系障碍的语言发展问题与其自身的脑功能网络异常相关，但由于孤独症谱系障碍儿童的异质性强，仍需更进一步的脑科学研究。

优脑银河基于独有的“个体化功能脑区剖分（pBFS）技术”开发的“优点疗法”（POINT Therapy），在脑功能环路机制的基础上，分析孤独症（自闭症）谱系障碍儿童等语言障碍儿童自身异常的脑功能环路，规划个体化治疗方案，通过采用无创“脑机-机脑”交互方式，安全无创的精准干预来修复患儿异常的脑功能，结合针对性的一对一的专业康复训练，以期帮助患儿提升生活质量，融入社会，拥有更美好的人生。

五、倡导全社会共同努力，携手帮助障碍儿童康复

从广泛的文献研究以及新雨滴 APP 所提供的数据可以看到：

1. 北京大学医学部 2021 年对 2-6 岁孤独症儿童家庭经济负担的调研，每年儿童康复的直接支出占家庭年收入的比例，低收入家庭为 1.35，中等收入家庭为 0.68，高收入家庭为 0.41。新雨滴 APP 报告期内有 8645 名语言障碍儿童（其中 80% 诊断为孤独症谱系）参与训练和评估，覆盖全国各个行政区，包括人口最少的澳门特区（66 万）和西藏自治区（366 万）。说明儿童语言发育障碍，尤其是孤独症谱系障碍问题是一个广泛且严重的社会经济问题。
2. 受教育水平较高的家长，以及位于一线城市以及福建、浙江、江苏，广东等经济发达及沿海地区的家长对于语言发育障碍，尤其是孤独症谱系障碍的知晓率更高，也会更加积极主动的寻求干预。
3. 语言发育障碍儿童（尤其是孤独症谱系障碍儿童）的平均语言发展水平显著落后于正常发展儿童。特别针对学龄前儿童，新雨滴的数据显示期平均语言发展水平落后正常发展儿童 23 个月；还有研究结果显示落后的程度可以达到 40 个月以上。这种落后体现在语言发展的各个范畴：包括词汇广度和深度，在理解和说出时间、空间相关的言语，表达所有物关系，组词造句，以及根据场景采取恰当语言运用。
4. 新雨滴 APP 的训练对于语言发育障碍儿童有积极的影响。参加训练儿童的语言表达复杂性都有提高。坚持用新雨滴训练 282 分钟 1120 回合（相当于 10 节线下个训课）的儿童在 MLU（说出最长句子的平均长度）上的提高是对照组（训练时间 49 分钟，182 回合）的 2.8 倍。
5. 基于智能设备的语言训练是可行的，互联网信息技术发展对语言发育障碍儿童，尤其是孤独症谱系儿童的普惠康复提供了巨大的潜力，可以成为线下康复课程的有益补充。

作为一个免费的公益项目，新雨滴 APP 在开发过程中得到了很多孤独症专家，心理语言学家的的大力支持，北京星星雨教育研究所全体教师团队全程参与开发和测试。但孤独症（自闭症）谱系障碍（ASD）、交流障碍（DLD）、智力障碍（IDD）儿童的语言障碍问题仍是世界性的挑战，还存在太多的未解之难题，其病理探究和干预理论也在不断发展。新雨滴的探索刚刚开始，还存在非常多的不足，希望得到更多的科研工作者，康复师，尤其是家长的建议和反馈。

2022年8月23日，国家卫健委制定了《0~6岁儿童孤独症筛查干预服务规范（试行）》，主要为提高儿童家长孤独症科学知识知晓率，规范儿童孤独症筛查、诊断、干预康复服务，提升干预效果，减少精神残疾发生，促进儿童健康。作为以“攻克脑疾病”为目标的科技创新企业，优脑银河 CEO 魏可成积极响应：“未来优脑银河将基于对脑科学的研究和技术积累，持续优化新雨滴产品，继续保持公益性，让更多孤独症谱系和语言发育障碍儿童获益。”

新雨滴 APP 的数据来源于孤独症（自闭症）谱系障碍儿童等语言障碍儿童家长的自愿填写，属于真实世界数据。不同于传统的 RCT（随机对照试验），真实世界研究是非干预的，不人为的对患者入组条件、年龄以及用药方案等进行限制，得出的结果更符合临床实际的情况，结果对临床具有重要指导意义。随着智能设备的普及，数据采集便利性的提高以及数据分析能力的大幅度提升。围绕新雨滴数据，优脑银河也希望与更多的科研团队合作，开展更深入的研究，探索他们特殊的语言发展轨迹和更有效的干预方法，进一步让孤独症（自闭症）谱系障碍儿童和其他语言发展障碍儿童获益。

我们倡导全社会给予障碍儿童更多的关心，对他们家庭所面临的挑战给予更多的关注，携手为障碍儿童和他们的家庭提供更多的包容、关爱和支持。

参考文献

- [1] Edition, F. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders. *Am Psychiatric Assoc*, 21(21), 591-643.
- [2] 苏怡, 谢芊芊, 苏林雁. (2020). 孤独症儿童,发育迟缓儿童和语言障碍儿童早期语言表达的异同. *中国临床心理学杂志*, 28(3), 6.
- [3] Bishop, D.V., Snowling, M.J., Thompson, P.A., et al. (2017). Phase 2 of catalise: a multinational and multidisciplinary delphi consensus study of problems with language development: terminology. *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 58(10): 1068.
- [4] 金星明. (2014). 语音和语言障碍临床解析. *中国实用儿科杂志*, 7: 496-501.
- [5] 陆 烁, 丘国新, 钱思宇, 高乐妍. (2021). 面向语言障碍筛查的汉语儿童言语交际水平评估系统研发[J]. *语言战略研究*, 6(6): 45-58.
- [6] Tomblin, J. B., N. Records, L. Buckwalter, et al. (1997). Prevalence of specific language impairment in kindergarten children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 40(6), 1245-1260.
- [7] Collisson, B. A., S. A. Graham, J. L. Preston, et al. (2016). Risk and protective factors for late talking: An epidemiologic investigation. *The Journal of Pediatrics*, 172, 168-174.
- [8] Norbury, C. F., D. Gooch, C. Wray, et al. (2016). The impact of nonverbal ability on prevalence and clinical presentation of language disorder: Evidence from a population study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 57(11), 1247-1257.
- [9] Zhou, H., Xu, X., Yan, W., Zou, X., Wu, L., Luo, X., ... & Wang, Y. (2020). Prevalence of autism spectrum disorder in China: a nationwide multi-center population-based study among children aged 6 to 12 years. *Neuroscience Bulletin*, 36(9), 961-971.
- [10] Sun, X., Allison, C., Matthews, F. E., Sharp, S. J., Auyeung, B., Baron-Cohen, S., & Brayne, C. (2013). Prevalence of autism in mainland China, Hong Kong and Taiwan: a systematic review and meta-analysis. *Molecular autism*, 4(1), 1-13.
- [11] Loomes, R., Hull, L., & Mandy, W. P. L. (2017). What Is the Male-to-Female Ratio in Autism Spectrum Disorder? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 56(6), 466-474.
- [12] Leigh, J. P. & Du, J. (2015). Brief Report: Forecasting the Economic Burden of Autism in 2015 and 2025 in the United States, *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v45 n12 p4135-4139
- [13] 赵亚楠&罗雅楠. (2021). 中国 2~ 6 岁孤独症儿童家庭直接经济负担研究. *中华疾病控制杂志*, 2021 年 9 月第 25 卷第 9 期, 1085-1090
- [14] Tardif, T., Fletcher, P., Zhang, Z. X., Liang, W. L., & Zuo, Q. H. (2008). *The Chinese Communicative Development Inventory (Putonghua and Cantonese Versions): Manual. Forms, and Norms*.
- [15] Fenson, L., Dale, P.S., Reznick, J.S., et al. The MacArthur communicative development inventories: User's guide and technical manual. *San Diego: Singular Publishing Group*, 1993.
- [16] Su, Y. E., Naigles, L. R., & Su, L. Y. (2018). Uneven expressive language development in Mandarin-exposed preschool children with ASD: Comparing vocabulary, grammar, and the decontextualized use of language via the PCDI-Toddler Form. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 48(10), 3432-3448.
- [20] Charman, T., Drew, A., Baird, C., & Baird, G. (2003). Measuring early language development in preschool children with autism spectrum disorder using the MacArthur Communicative Development Inventory (Infant Form). *Journal of child language*, 30(1), 213-236.
- [21] Luyster, R., Lopez, K., & Lord, C. (2007). Characterizing communicative development in children referred for autism spectrum disorders using the MacArthur-Bates Communicative

Development Inventory (CDI). *Journal of child language*, 34(3), 623-654.

[22] Krug, D. A., Arick, J., & Almond, P. (1980). Behavior checklist for identifying severely handicapped individuals with high levels of autistic behavior. *Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*.

[23] Yang, X., Huang, Y., Jia, M., & Chen, S. K. (1993). Test report of autism behavior checklist in China. *Chin. Ment. Health J*, 7, 275-280.

[24] Boucher J. Time Parsing, Normal Language Acquisition, and Language-Related Developmental Disorders. *New Directions In Language Development And Disorders*. Springer US, 2000. 13-23.

[25] 张云秋, 王赛. (2009). 汉语早期儿童时间意识的开始——“了”的习得意味着什么?. *首都师范大学学报(社会科学版)*, (1): 119-124.

[26] 刘洁,徐胜. (2021). 自闭症谱系障碍儿童和特殊型语言障碍儿童的语言差异研究述评. *现代特殊教育(高等教育研究)* 2021 年第2 期

[27] 周兢, 张义宾. (2021). 基于语料库的汉语学前儿童语言发展评价与监测——对一组自闭症儿童的诊断研究报告" *中国文字研究*, (001), 222-239.

[28] Coolican, J., Smith, I. M., & Bryson, S. E. (2010). Brief parent training in pivotal response treatment for preschoolers with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51(12), 1321-1330.

[29] Gengoux, G. W., Berquist, K. L., Salzman, E., Schapp, S., Phillips, J. M., Frazier, T. W., ... & Hardan, A. Y. (2015). Pivotal response treatment parent training for autism: Findings from a 3-month follow-up evaluation. *Journal of autism and developmental disorders*, 45(9), 2889-2898.

[30] King, L. S., Camacho, M. C., Montez, D. F., Humphreys, K. L., & Gotlib, I. H. (2021). Naturalistic Language Input is Associated with Resting-State Functional Connectivity in Infancy. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 41(3), 424-434.

[31] Myers, E. B., & Blumstein, S. E. (2008). The neural bases of the lexical effect: an fMRI investigation. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 18(2), 278-288.

[32] Uddin, L. Q., Supekar, K., & Menon, V. (2013). Reconceptualizing functional brain connectivity in autism from a developmental perspective. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 458.

[33] Lee, Y., Park, B. Y., James, O., Kim, S. G., & Park, H. (2017). Autism Spectrum Disorder Related Functional Connectivity Changes in the Language Network in Children, Adolescents and Adults. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 418.

[34] Mody, M., & Belliveau, J. W. (2013). Speech and Language Impairments in Autism: Insights from Behavior and Neuroimaging. *North American journal of medicine & science*, 5(3), 157-161.

[35] Nielsen, J. A., Zielinski, B. A., Fletcher, P. T., Alexander, A. L., Lange, N., Bigler, E. D., Lainhart, J. E., & Anderson, J. S. (2014). Abnormal lateralization of functional connectivity between language and default mode regions in autism. *Molecular autism*, 5(1), 8.

[36] Verly, M., Verhoeven, J., Zink, I., Mantini, D., Peeters, R., Deprez, S., Emsell, L., Boets, B., Noens, I., Steyaert, J., Lagae, L., De Cock, P., Rommel, N., & Sunaert, S. (2014). Altered functional connectivity of the language network in ASD: role of classical language areas and cerebellum. *NeuroImage. Clinical*, 4, 374-382.

[37] Kana, R. K., Keller, T. A., Cherkassky, V. L., Minshew, N. J., & Just, M. A. (2006). Sentence comprehension in autism: thinking in pictures with decreased functional connectivity. *Brain: a journal of neurology*, 129(Pt 9), 2484-2493.



关于优脑银河：

北京优脑银河科技有限公司是全球脑科学领域的前沿科技公司，以“突破脑认知、攻克脑疾病”为使命，致力成为最具社会价值的脑科技公司。公司成立于 2019 年 7 月，由哈佛医学院刘河生教授，麻省理工学院 Robert Desimone 院士、冯国平院士和魏可成先生联合创办。

优脑银河基于原创的核心技术——“个体化功能脑区剖分（pBFS）技术”，创新性开发“优点疗法”（POINT Therapy）及系列相关软硬件产品和解决方案。在理解脑功能环路机制的基础上，分析患者自身异常的脑功能环路，规划个体化治疗方案，通过安全无创的精准干预来修复患者异常的脑功能。公司与国内多家三甲医院联合开展大规模临床试验，在自闭症、抑郁症、睡眠障碍、帕金森、失语症等多种重大脑疾病的治疗中展现出良好疗效。

基于“优点疗法”开设的创新型医疗机构——优脑银河诊所，已帮助超百位自闭症、抑郁症、睡眠障碍、帕金森、失语症等重大脑疾病患者取得良好的疗效，显著提升他们的生活质量。